

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-178710

(43)Date of publication of application : 27.06.2000

(51)Int.Cl.

C23C 8/22

C23C 8/32

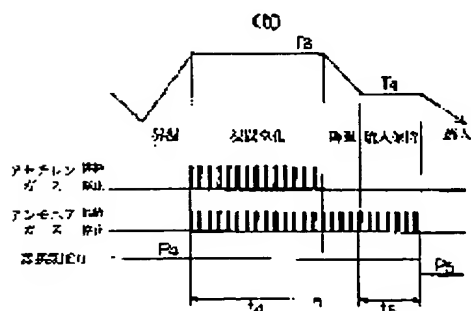
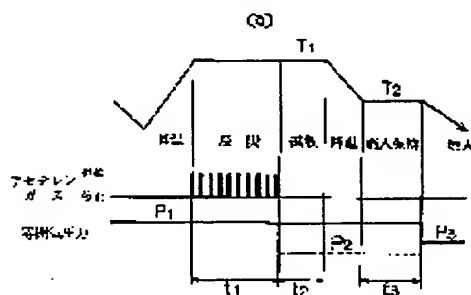
(21)Application number : 10-350993

(71)Applicant : NIPPON TECHNO:KK

(22)Date of filing : 10.12.1998

(72)Inventor : KABASAWA HITOSHI

## (54) METHOD OF CARBURIZING AND CARBONITRIDING TREATMENT



### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a carburizing and carbonitriding treating methods free from the need of a vacuum furnace provided with a seal structure of a high degree, capable of swiftly heating the object to be treated without the nonuniformity of temp. and furthermore capable of executing simultaneous treatment of carburizing and nitriding.

**SOLUTION:** A work is heated to a prescribed carburizing temp. in a nitrogen atmosphere, and, after that, as gas for carburizing, gaseous straight chain unsaturated hydrocarbon such as acetylene, ethylene is intermittently fed, by which carburizing is executed. Moreover, gaseous ammonia as a nitrogen source is intermittently fed together with the gaseous

hydrocarbon, by which carbonitriding is executed.

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-178710

(P 2 0 0 0 - 1 7 8 7 1 0 A)

(43) 公開日 平成12年6月27日 (2000. 6. 27)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C23C 8/22		C23C 8/22	4K028
8/32		8/32	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-350993

(22) 出願日 平成10年12月10日 (1998. 12. 10)

(71) 出願人 591080531

株式会社日本テクノ

埼玉県大宮市大字南中野661番地の3

(72) 発明者 梶 澤 均

埼玉県大宮市大字南中野661番地の3 株

式会社日本テクノ内

(74) 代理人 100077610

弁理士 小塩 豊

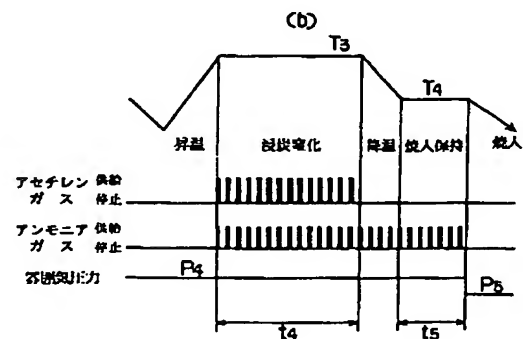
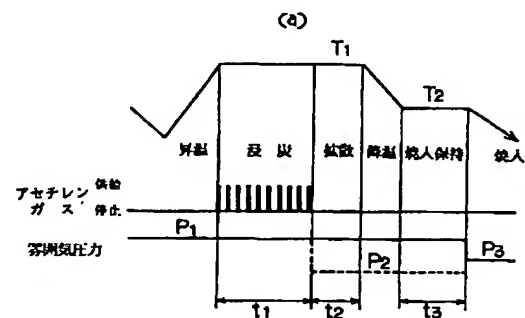
Fターム (参考) 4K028 AA01 AA03 AB06 AC08

(54) 【発明の名称】 浸炭および浸炭窒化処理方法

(57) 【要約】

【課題】 高度のシール構造を備えた真空炉を必要とせず、被処理物を温度むらなく速やかに加熱することができ、浸炭と窒化の同時処理をも行うことができる浸炭および浸炭窒化処理方法を提供する。

【解決手段】 窒素雰囲気中でワークを所定の浸炭温度まで加熱したのち、浸炭用ガスとして、アセチレンやエチレンのような鎖状不飽和炭化水素ガスを断続的に供給することによって浸炭させる。また、窒素源としてのアンモニアガスを上記鎖状不飽和炭化水素ガスと共に断続供給することによって浸炭窒化させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱室内に収納したワークを窒素雰囲気中で所定の浸炭温度まで加熱したのち、加熱室内に鎖状不飽和炭化水素ガスを断続的に供給して浸炭させることを特徴とする浸炭処理方法。

【請求項2】 昇温および浸炭時の窒素雰囲気圧が100 Torr以上であることを特徴とする請求項1記載の浸炭処理方法。

【請求項3】 浸炭後の拡散、焼入温度への降温および均熱保持を1 Torr以下の真空で行うことを特徴とする請求項1または請求項2記載の浸炭処理方法。

【請求項4】 標準状態で、加熱室容量の0.06～0.3%の量の鎖状不飽和炭化水素ガスを2～10分間隔で断続供給することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の浸炭処理方法。

【請求項5】 加熱室内に収納したワークを窒素雰囲気中で所定の浸炭窒化温度まで加熱したのち、加熱室内に鎖状不飽和炭化水素ガスおよびアンモニアガスを断続的に供給して浸炭窒化させることを特徴とする浸炭窒化処理方法。

【請求項6】 昇温および浸炭窒化時の窒素雰囲気圧が100 Torr以上であることを特徴とする請求項5記載の浸炭窒化処理方法。

【請求項7】 標準状態で、加熱室容量の0.06～0.3%の量の鎖状不飽和炭化水素ガスを2～10分間隔で断続供給することを特徴とする請求項5または請求項6のいずれかに記載の浸炭窒化処理方法。

【請求項8】 標準状態で、加熱室容量の0.06～0.3%の量のアンモニアガスを2～10分間隔で断続供給することを特徴とする請求項5ないし請求項7のいずれかに記載の浸炭窒化処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、歯車やシャフト、カムなどの鋼製機械部品の表面を硬化させ、耐摩耗性や疲労強度を向上させるのに用いられる浸炭および浸炭窒化処理方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】上記のような浸炭処理方法として、真空浸炭法は、被処理物を真空炉中で所定の浸炭温度になるまで加熱昇温して均熱保持したのち、浸炭ガスとしてメタンやプロパン、ブタンなどのようなガス状の飽和炭化水素を加熱室内に導入して、熱分解させ、発生する活性炭素を被処理物である鋼製部品の表面に侵入させるものであり、従来のガス浸炭に較べて、高温短時間処理が可能、変成炉が不要、雰囲気管理が容易、高濃度浸炭が容易、粒界酸化がほとんどない、間欠操作が可能、などの利点を備えている。

【0003】一方、上記のような飽和炭化水素ガスを用いた真空浸炭法の問題点である煤発生（スーティング）

による弊害を解消することを目的に、メタンやプロパンなどのような飽和炭化水素ガスに代えて、アセチレンやエチレンなどの鎖状不飽和炭化水素ガスを使用する真空浸炭方法が特開平8-325701号公報に提案されている。

【0004】すなわち、従来、アセチレンやエチレンなどの鎖状不飽和炭化水素ガスは、飽和炭化水素ガスよりも不安定であって、浸炭反応よりも熱分解が盛んに行われることから、浸炭用ガスに利用しても単に煤を発生させるだけであって、浸炭用ガスには全く適さないと認識されていたが、飽和炭化水素ガスにおいては、ワークの表面以外の炉内空間で分解した活性炭素がそのまま煤になるのに対し、不飽和炭化水素ガスはワーク表面に優先的に吸着する性質があり、しかも炭素原子数に対して水素原子の数が少ないので、浸炭ガス分子としてワークに接触する際の水素ガス分子による妨害が少なくなると共に、浸炭ガス分子が不安定で化学的に活性であるため、短時間で容易に反応、分解して原子状の炭素をワーク表面に供給できるので、従来の認識に反して、むしろ煤の発生が防止できるものと考えられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報に記載された真空浸炭方法においては、加熱室内を1 kPa以下の真空状態で加熱および浸炭を行うようにしているので、炉体に高度なシール構造が必要となって設備コストがかさむと共に、炉内に雰囲気ガスの対流が生じないので、とくにワークの装入密度が高い場合に昇温速度が遅く、ワークが発熱体からの輻射のみによって加熱されるため、昇温時に装入位置によって温度むらが発生しやすいという問題点がある。また、浸炭ガスとしての不飽和炭化水素ガスに加えて、窒素源としてのアンモニアガスを供給することにより、ワークの表面に炭素と同時に窒素を侵入させる浸炭窒化処理を行うことも不可能ではないが、炉内の圧力が低すぎてアンモニアガスの供給が技術的に困難であるばかりでなく、真空下では、浸炭窒化したのち焼入温度に降温し、焼入温度に保持している間に、せっかく侵入した窒素が抜けてしまうために、浸炭と窒化の同時処理は実用上難しいという問題点があり、このような問題の解決が上記した不飽和炭化水素ガスを使用する真空浸炭処理における課題となっていた。

## 【0006】

【発明の目的】本発明は、アセチレンやエチレンなどの不飽和炭化水素ガスを浸炭ガスとして使用する真空浸炭処理における上記課題に着目してなされたものであって、真空炉としての高度のシール構造を必要とせず、昇温効率に優れ、浸炭と窒化の同時処理をも可能にする浸炭処理および浸炭窒化処理方法を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 に係わる浸炭処理方法は、加熱室内に収納したワークを窒素雰囲気中で所定の浸炭温度まで加熱したのち、加熱室内に鎖状不飽和炭化水素ガスを断続的に供給して浸炭させる構成としたことを特徴としており、浸炭処理方法におけるこのような構成を前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0008】本発明による浸炭処理方法の実施態様として請求項 2 に係わる浸炭処理方法においては、昇温および浸炭時の窒素雰囲気圧が 100 Torr 以上である構成とし、同じく実施態様として請求項 3 に係わる浸炭処理方法においては、浸炭後の拡散、焼入温度への降温および均熱保持を 1 Torr 以下の真空中で行う構成とし、さらに実施態様として請求項 4 に係わる浸炭処理方法においては、標準状態で、加熱室容量の 0.06~0.3%の量の鎖状不飽和炭化水素ガスを 2~10 分間隔で断続供給する構成としたことを特徴としている。

【0009】本発明の請求項 5 に係わる浸炭窒化処理方法は、加熱室内に収納したワークを窒素雰囲気中で所定の浸炭窒化温度まで加熱したのち、加熱室内に鎖状不飽和炭化水素ガスおよびアンモニアガスを断続的に供給して浸炭窒化させる構成としており、浸炭窒化処理方法におけるこのような構成を前述した従来の課題を解決するための手段としたことを特徴としている。

【0010】本発明による浸炭窒化処理方法の実施態様として請求項 6 に係わる処理方法においては、昇温および浸炭窒化時の窒素雰囲気圧が 100 Torr 以上である構成とし、同じく実施態様として請求項 7 に係わる浸炭窒化処理方法においては、標準状態で、加熱室容量の 0.06~0.3%の量の鎖状不飽和炭化水素ガスを 2~10 分間隔で断続供給する構成とし、さらに実施態様として請求項 8 に係わる浸炭窒化処理方法においては、標準状態で、加熱室容量の 0.06~0.3%の量のアンモニアガスを 2~10 分間隔で断続供給することを特徴としている。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係わる浸炭処理方法は、加熱室内のワーク（被処理物）を窒素雰囲気中で所定の浸炭温度まで加熱したのち、浸炭用ガスとして鎖状不飽和炭化水素ガスを断続的に供給するものであって、鎖状不飽和炭化水素ガスとしては、エチレンやプロピレン、アセチレン、メチルアセチレンなどを使用することができる。なお、上記の鎖状不飽和炭化水素ガスのうち、入手が容易であることに加えて、3重結合を有し、より活性で分解しやすいことから、とくにアセチレンを使用することが望ましい。また、単一種類のガスのみならず、2種以上の混合ガス、例えばエチレンとアセチレンとの混合ガスを使用することも可能である。

【0012】図 1 (a) は、本発明に係わる浸炭処理方法におけるヒートパターンの一例を示すものであって、

ワークを加熱室内に装入した状態で、加熱室内の空気をバージして窒素に置換したのち、浸炭処理温度  $T_1$  への昇温が開始される。このときワークの加熱は窒素雰囲気中で行われるため、窒素の対流が生じると共に、炉内ファンによる雰囲気気の強制攪拌も可能になることから、加熱室内のワークの装入量が多くても速やかな昇温が可能になり、装入位置による温度むらも解消されることになる。

【0013】浸炭処理温度  $T_1$  については、これを高く設定することにより浸炭時間を短くすることができるが、一般に 850℃から 1030℃の範囲に設定される。

【0014】炉内雰囲気温度およびワークの温度が所定の浸炭処理温度  $T_1$  に到達すると、浸炭用の鎖状不飽和炭化水素ガスとして、例えばアセチレンガスが断続的に供給される。このときの供給量としては、請求項 4 に記載しているように、1 回に加熱室容量の 0.06~0.3%の量のアセチレンガス（不飽和炭化水素ガス）を 2~10 分間隔で供給することが望ましい。これは、1 回当たりの供給量が加熱室容量の 0.06%を下回ったり、供給間隔が 10 分を超えたりした場合には、浸炭用のガス量が不足して浸炭にばらつきが生じ、逆に 1 回当たりの供給量が加熱室容量の 0.3%を超えたり、供給間隔が 2 分を割ったりした場合には、浸炭用ガスが過剰となってスーティングが発生しやすくなる傾向があることによる。

【0015】このとき、浸炭用ガスを断続的に供給するのは、ワーク表面への炭素の侵入と、表面に侵入した炭素のワーク内部への拡散が交互に繰り返されることによって、表面における急激な炭素濃度の富化に基づくセメントタイトの析出を回避できることによる。

【0016】浸炭時間  $t_1$  については、目的とする浸炭層深さに応じて適宜選択されるが、一般に 1 時間~5 時間、とくに大きな浸炭層深さが必要な場合には 10 時間以上の処理時間が設定されることもある。また、昇温および浸炭工程における窒素雰囲気気の圧力  $P_1$  については、大気圧（760 Torr）を基本とするが、後工程を考慮して請求項 2 に記載されているように 100 Torr 以上の任意の圧力に設定することができる。これは、昇温および浸炭時の窒素雰囲気圧  $P_1$  が 100 Torr 未満の場合には、対流やファンによる雰囲気気の攪拌効果が不十分となって昇温効率が低下したり、温度むらを解消することが困難になったりする可能性があることによる。なお、大気の混入を避けるために、大気圧以上の圧力、例えば 860 Torr 程度に設定することも可能である。

【0017】浸炭が終了すると、拡散工程、焼入温度への降温および当該温度での保持工程に移行するが、拡散時間  $t_2$  については、通常浸炭時間  $t_1$  とほぼ同じ時間か、やや短い時間に設定される。なお、目的とする浸炭

深さが浅い場合には、拡散過程を経ることなく焼入温度に降温するようになることもある。

【0018】焼入温度 $T_2$ としては、ワーク素材の焼入性を考慮して、通常 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ の温度に設定される。

【0019】浸炭が終了したのち、拡散および焼入温度への降温、保持工程における窒素雰囲気圧力 $P_2$ については、昇温および浸炭工程と同様に大気圧とすることが最も簡便であるが、請求項3に記載しているように、浸炭ののち窒素雰囲気圧力 $P_2$ を $1\text{ Torr}$ 以下の真空状態とすることにより、ワークの表面に付着した酸化物や油などの異物を揮散除去することができ、表面の仕上がり状態を良好なものとする事ができる。

【0020】焼入温度に保持されることによって、温度が均一化されたワークは油中に焼入れられる。この焼入時の雰囲気圧力 $P_3$ については、通常は大気圧で行われるが、大気圧より低い適当な圧力で焼入（減圧焼入）を施すことにより、焼入油の冷却特性を変えることができ、これによって硬化層の硬度分布を調整したり、焼歪みを軽減したりすることができる。

【0021】すなわち、本発明に係わる浸炭処理方法における雰囲気圧力については、昇温から浸炭、焼入に至るまで、すべて大気圧（ $760\text{ Torr}$ ）で行うのが最も簡便であり、基本的なものであるが、必ずしも大気圧のみに限定されず、これより低い雰囲気圧力、あるいは若干高い雰囲気圧力で行うようにしても何ら支障はない。また、上記のような減圧焼入を行う場合には、昇温から焼入に至るまでの雰囲気圧力 $P_1$ および $P_2$ をすべて焼入圧力 $P_3$ に一致させることもでき、これによって、ワークを加熱室から焼入室に移動させる際に、両室雰囲気圧力の調整を行う必要がなくなる。さらに、昇温から焼入に至るまで同じ圧力下で処理する必要もなく、例えば拡散および降温、保持工程における窒素雰囲気圧力 $P_2$ のみを真空とすることによって、ワークの付着物を揮散除去することができるようになる。

【0022】本発明に係わる浸炭窒化処理方法は、そのヒートバタンの一例を図1（b）に示すように、浸炭用の鎖状不飽和炭化水素ガスとしてのアセチレンガスに加えて、窒素源としてのアンモニアガスを断続的に供給することを除いて、図1に示した浸炭処理方法と本質的に変わるところはない。

【0023】すなわち、浸炭窒化温度 $T_3$ としては、浸炭温度 $T_1$ よりやや低い $800^{\circ}\text{C}$ から $950^{\circ}\text{C}$ の範囲に通常設定され、焼入温度 $T_4$ としては、浸炭処理と同じく、 $750^{\circ}\text{C}$ から $900^{\circ}\text{C}$ の温度が選択される。

【0024】ワークを加熱室内に装入し、加熱室内の空気を窒素に置換したのち、浸炭窒化温度 $T_3$ への昇温が同様に開始される。

【0025】炉内雰囲気温度およびワークの温度が所定の浸炭窒化処理温度 $T_3$ に到達すると、浸炭用の鎖状不

飽和炭化水素ガスとしての例えばアセチレンガスと、窒素源としてのアンモニアガスが断続的に供給される。このときの浸炭用ガスの供給量としては、請求項7に記載しているように、浸炭処理の場合と変わりはない。また、アンモニアガスの供給量としては、請求項8に記載しているように、浸炭用ガスと同じく、加熱室容量の $0.06\%\sim 0.3\%$ の量を $2\sim 10$ 分間隔で供給することが望ましい。これは、1回当たりのアンモニアガス供給量が加熱室容量の $0.06\%$ を下回ったり、供給間隔が $10$ 分を超えたりしたときには、窒素量が不足して窒化量にばらつきが生じ、1回当たりの供給量が加熱室容量の $0.3\%$ を超えたり、供給間隔が $2$ 分を割った場合には、窒化量が過剰となってポイドが生成しやすくなることによる。なお、アンモニアガスを断続的に供給するのは、同一量のアンモニアガスを連続供給する場合に較べて、アンモニア濃度が供給時に一時的に高くなることによって、窒化速度が向上し、そのばらつきが少なくなることによる。また、アンモニアガスの断続供給に際しては、必ずしも浸炭用ガスの供給量や供給タイミングと一致させなくてもよい。

【0026】浸炭窒化時間 $t_4$ は、通常 $1$ 時間～ $5$ 時間に設定される。また、昇温および浸炭窒化工程における窒素雰囲気圧力 $P_4$ については、浸炭処理と同様に、大気圧（ $760\text{ Torr}$ ）を基本とするが、請求項6に記載されているように $100\text{ Torr}$ 以上の任意の圧力に設定することができる。このように、浸炭窒化時の窒素雰囲気圧力 $P_4$ が比較的高いので、アンモニアガスを加熱室内に容易に供給できると共に、ワーク表面に侵入した窒素が抜けてしまうようなこともない。

【0027】浸炭窒化が終了すると、焼入温度に降温され、ワークの温度むらを解消するために当該温度に保持されるが、ワークに侵入した窒素が抜けてしまわないように、この間もアンモニアガスを断続供給することが望ましい。

【0028】焼入温度に保持されることによって、温度が均一になったワークは油中に焼入れられる。この焼入時の雰囲気圧力 $P_5$ については、浸炭処理の場合と同様に、大気圧より低い圧力での減圧焼入を行うこともでき、この場合には、昇温から焼入保持までの雰囲気圧力 $P_4$ を減圧焼入圧力 $P_5$ に一致させるようにしてもよい。

【0029】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいてさらに具体的に説明する。

実施例1

図3は、本発明に係わる浸炭および浸炭窒化処理方法の実施例に用いた炉の構造を示すものであって、図に示す浸炭窒化炉1は、炉本体を形成する加熱室2と焼入用の油槽4を備えた前室3から構成されており、前室3にはトレーに載置したワークを前室3と加熱室2の間で移動

10

20

30

40

50

させる炉内搬送装置5と、浸炭あるいは浸炭窒化を終えたワークを油槽4中の焼入油に浸漬するための昇降装置6を備えている。さらに、前室3には、油槽4中の焼入油を加熱するためのチューブヒータ7と、焼入油を循環させるための攪拌ファン8が設けられてお共に、図外には焼入油を冷却するための水冷装置と、焼入油の温度を検出する熱電対などを備えている。

【0030】一方、加熱室2は、この実施例では3m<sup>3</sup>の容量を有し、耐火物9によって内張された加熱室2の内部に加熱源としてのラジアントチューブヒータ10と、炉内温度を検出するための熱電対11と、炉内の雰囲気(窒素)を強制攪拌するためのファン12を備えており、炉内の温度むらをなくしてワークの昇温を速やかなものとするができるようになっている。

【0031】さらに、加熱室2および前室3は、図外にそれぞれ真空排気装置を備え、それぞれ独立して気圧制御ができるようになってお共に、図示しないガス制御装置を介して、同じく図外の窒素源、アセチレン源およびアンモニア源に連結されている。

【0032】このような構造を備えた浸炭窒化炉1を用いて、JIS G 4105に規定されるクロムモリブデン鋼SCM415からなる径15mm、高さ20mmの円柱形試験片に浸炭処理を施し、その性能を調査した。

【0033】まず、前室3の入口側真空扉3aを開放し、前記円柱形試験片をトレーに載置した状態で前室3内に入れ、真空扉3aを閉じ、真空排気装置を作動させて前室3および加熱室2内の空気をバージしたのち、図示しないガス制御装置を介して窒素ガスを導入して大気圧(P1=760 Torr)に復圧し、前室3および加熱室2内を窒素ガスに置換した。なお、連続操作の場合には、加熱室2はすでに窒素ガスに置換されているので、前室3を置換するだけでよい。

【0034】次に、入口側真空扉3aを閉じた状態で、前室3の内側真空扉3bおよび加熱室2の耐熱扉2aを開放すると共に、炉内搬送装置5を作動させて前記円柱形試験片をトレーと共に押し出し、加熱室2内に装入したのち、真空扉3bおよび耐熱扉2aを閉じ、攪拌用のファン12を回転させながら、加熱室2のラジアントチューブヒータ10に通電して昇温を開始した。

【0035】加熱室2の温度が、この実施例における浸炭温度930℃(T1)に到達した時点で、ガス制御装置から浸炭用ガスとして6NLのアセチレンガスを供給し、これを5分ごとに都合12回繰り返した(浸炭時間t1=60分)。そして、雰囲気圧力P1を変えなく(P2=760 Torr)、試験片をさらに前記浸炭温度930℃に50分間(t2)保持したのち、この実施例における焼入温度850℃(T2)に降温し、この温度に20分間(t3)保持して試験片の温度が均一になるのを待った。

【0036】そして、内側真空扉3bおよび耐熱扉2aを開放した状態で、炉内搬送装置5を作動させて前記試験片をトレーと共に加熱室2から引き出し、昇降装置6の下降作動によって前記試験片を油槽4内に焼入れた(P3=760 Torr)。

【0037】このような処理が施された試験片について、マイクロビッカース硬度計を用いて0.3kg荷重で硬度分布を測定した結果、図3に示すように、0.8mmの有効硬化層深さ(Hv550以上)を備えた浸炭層が形成されていることが判明した。

#### 実施例2

図3に示した浸炭窒化炉1を用いて、JIS G 4105にSCM415として規定されるクロムモリブデン鋼からなる径16mm、高さ30mmの円柱形試験片に浸炭窒化処理を施し、同様にその硬度分布を測定した。

【0038】浸炭窒化炉1の操作手順としては、上記実施例1と基本的に同じであり、浸炭窒化温度T3として870℃、浸炭窒化時間t4として2時間、焼入温度T4としては浸炭窒化温度T3と同じく870℃とし、浸炭窒化時間t4の終了後60℃の油中に焼入れた。なお、昇温から焼入保持までの窒素雰囲気圧力P4については大気圧(760 Torr)とし、焼入時の雰囲気圧力P5=200 Torrの減圧焼入とした。

【0039】そして、加熱室2の雰囲気温度が浸炭窒化温度T3である870℃に到達した後、当該温度に30分間保持した上で、上記実施例1と同様に、ガス制御装置から1回につき6NLのアセチレンガスを浸炭用ガスとして5分ごとに24回断続的に供給すると共に、窒素源として1回につき5NLのアンモニアガスを5分ごとに断続供給した。なお、アンモニアガスの断続供給については焼入の直前まで続けるようにした。

【0040】図4は、このような処理を施すことによって得られた試験片の硬度分布を同様の方法によって測定した結果を示すものであって、0.35mmの有効硬化層深さ(Hv550以上)を備えた浸炭窒化層が形成されていることが確認された。

#### 【0041】

【発明の効果】本発明の請求項1に係わる浸炭処理方法においては、ワークを窒素雰囲気中で所定の浸炭温度まで加熱するようにしているので、高度なシール構造を備えた真空炉を使用する必要がなくなると共に、雰囲気窒素の対流および攪拌によってワークの昇温速度を速やかなものとし、ワークの炉内装入密度が高い場合でもワークの温度むらを解消することができ、浸炭用ガスとして、アセチレンやエチレンガスのような鎖状不飽和炭化水素ガスを断続的に供給するようにしているので、浸炭と拡散とが交互に繰り返され、浸炭量が一時的に高くなることによるセメントタイトの析出を有効に防止することができるという極めて優れた効果がもたらされる。なお、不飽和炭化水素ガスは活性であり、ワークに優先的

に吸着してワーク表面において速やかに分解して反応することから、煤の発生が少ないものとなる。

【0042】本発明による浸炭処理方法の実施態様として請求項2に係わる浸炭処理方法においては、昇温および浸炭時の窒素雰囲気圧を100 Torr以上としているので、ワークの昇温速度の向上および温度むらの解消の効果を確実なものとしてすることができ、同じく実施態様として請求項3に係わる浸炭処理方法においては、浸炭後の拡散、焼入温度への降温および均熱保持を1 Torr以下の真空で行うようにしているので、ワークに付着した油などの汚れを揮散させて仕上げ表面状態を良好なものとしてすることができ、さらに実施態様として請求項4に係わる浸炭処理方法においては、標準状態で、加熱室容量の0.06～0.3%の量の鎖状不飽和炭化水素ガスを2～10分間隔で断続供給するようにしているので浸炭むらやスレーティングを発生させることなく浸炭処理を行うことができるというさらに優れた効果がもたらされる。

【0043】本発明の請求項5に係わる浸炭窒化処理方法においては、窒素雰囲気中でワークを浸炭窒化温度まで加熱したのち、加熱室内に鎖状不飽和炭化水素ガスと共に、アンモニアガスを断続的に供給するようにしているので、アンモニアガスを加熱室内に容易に供給することができると共に、ワーク内にいったん侵入した窒素が焼入温度に降温、保持している間に抜けてしまうようなことがなく、浸炭処理と窒化処理とを同時に行うことができるという極めて優れた効果がもたらされる。

【0044】本発明による浸炭窒化処理方法の実施態様として請求項6に係わる処理方法においては、浸炭窒化時の窒素雰囲気圧を100 Torr以上としているので、ワークの昇温効率が確実に向上すると共に、アンモニアガスの供給性改善および窒素の離脱防止効果がより確実なものとなり、同じく実施態様として請求項7に係わる浸炭窒化処理方法においては、標準状態で、加熱室容量の0.06～0.3%の量の鎖状不飽和炭化水素ガスを2～10分間隔で断続供給するようにしており、請求項8に係わる浸炭窒化処理方法においては、標準状態で、加熱室容量の0.06～0.3%の量のアンモニアガスを2～10分間隔で断続供給するようにしているので、浸炭むらや窒化むら、さらにはスレーティングや窒化物の発生を未然に防止することができるという優れた効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a) 本発明に係わる浸炭処理方法におけるヒートパターンの一例を示す説明図である。(b) 本発明に係わる浸炭窒化処理方法におけるヒートパターンの一例を示す説明図である。

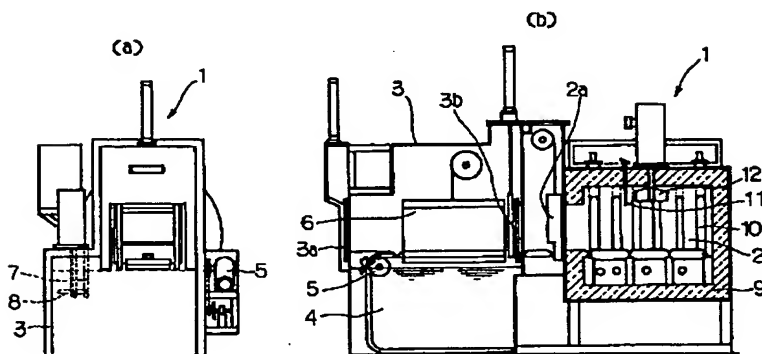
【図2】(a) 本発明に係わる浸炭および浸炭窒化処理方法の実施例に用いた炉の構造を示す正面図である。

(b) 図2(a)に示した炉の側断面図である。

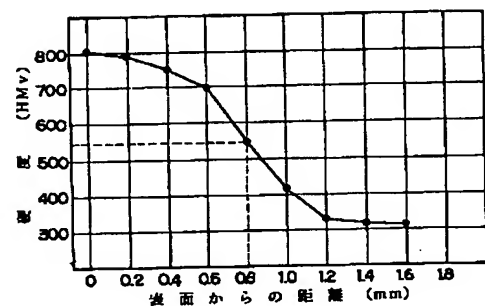
【図3】 本発明に係わる浸炭処理を施した試験片の表面近傍部における硬度分布を示すグラフである。

【図4】 本発明に係わる浸炭窒化処理を施した試験片の表面近傍部における硬度分布を示すグラフである、

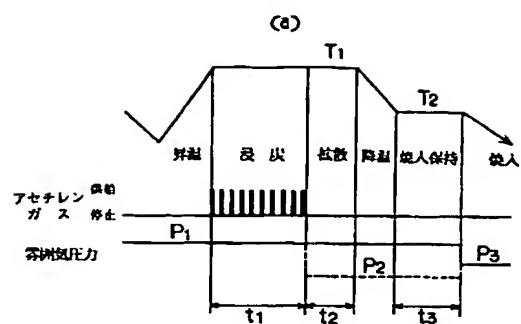
【図2】



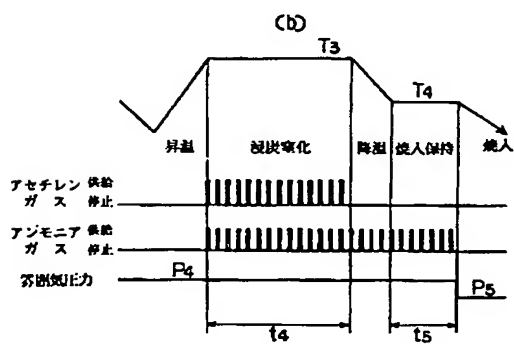
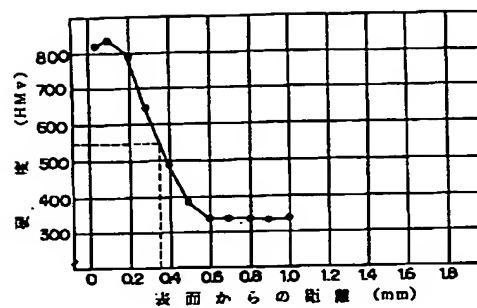
【図3】



【図1】



【図4】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**